

DEPARTMENT OF PHYSICS
OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE.....

NO.....

Gamow: Über den heutigen Stand (20. Mai 1934)
der Theorie des β -Zerfalls.

1. (i) β -Zerfall の 理論 的 概 観 の 概 略
- (ii) β^+ -Zerfall の 概 略.

2. 各 の 説 明 法 と し て.

(i) Energiesatz の nicht bestehen を 説 明 する 方 法.
(α の Drehimpulsatz) (Bohr, Hecke)

(ii) neutrino の 存在 を 説 明 する 方 法. (Pauli, Fermi)

(i) の 概 略. (Mott and Ellis)

(ii) Fermi の 理論) の 詳 しい 説 明.

(iii) 各 の 概 略. (Proton, Neutron の Wechselwirkung の
概 略) (a) Kern spin と の 概 略.

(b) β^+ -Zerfall の 説 明.

3. (i) Kern の α , β (β^+ and β^-)-Zerfall と 核 の Stabilität
- (ii) negative Proton の 説 明.

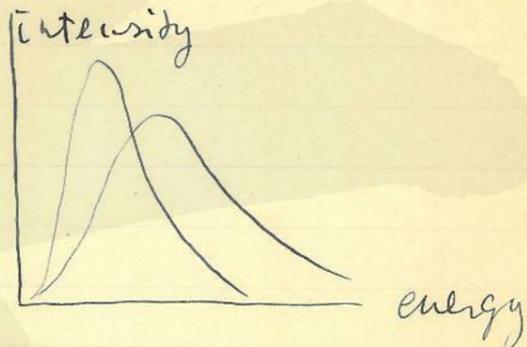
DEPARTMENT OF PHYSICS
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE

↑ 二つの内径の異なる管の間に proton の mechanical moment
 と mag. moment の比が Dirac の式から導かれた値と一致し
 ていること、更に、この理論が存在する最も簡単な
 状態から導かれる

○ Radioactive substance ~~が~~ β -ray を emit するから emit
 する β -ray の energy は 非常に広い範囲に亘って
 continuous に distribute されている。二つの管には
 から厚い層で知られた核の ~~電子線~~ 連続の電子線に
 取って 非常に鋭いピークがある。近頃 Gamow の
 phys. 25. 年、二つの管の議論の discussion を由
 ている。その電子線と β -ray とを比較して、二つの管
 には連続の電子線と β -ray とを比較する。

○ β -ray の energy spectra を示す、ある所は maximum
 がある。それ以上は急激に
 減少して、その upper
 limit があるから、 β -ray の
 連続スペクトルである。近頃の
 Sargent の論文を参照せよ。



(Proc. Roy. Soc. 139, 659, 1933)
 連続スペクトル (continuous spectrum) の limit があるから、intensity
 maximum は大抵、 β -ray の所から、
 連続スペクトルが連続である原因
 α -disintegration の場合とは α -ray の energy は一定の
 値をとるからである。 β -ray の場合は連続スペクトル
 spectra があるから。その原因は何。

○ 第一に β -electron が - 陽子と e^- の相互作用があるから、
 \therefore 二つの atomic number は Z と $Z-1$ になるから、 β -ray の

DEPARTMENT OF PHYSICS
OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE.....

NO.....

ゆから.

○ 第二に、實際に observe された連続放射の energy distribution は secondary 的の²、放射は homogeneous である。β-ray が disintegrating element が absorb して energy の一部を失ふこと、以後は Ellis の実験結果に依る (Ellis, Wooster, Proc. 119, 109, 1927; Meitner, Orthman, Z.S.f. Phys. 60, 143, 1930) に依るから知られる。

Ellis は RaE の β-disintegration による放射の energy を calorimetric 的に測り、magnetic spectra による β-ray の mean energy と一致し、かつその absorption による放射の maximum β-ray energy の upper limit と一致する結果を得た。

○ 第三に、β-disintegration の放射は連続放射であるが、その nucleus による energy を失うこと、以後は成るし²¹。放射は連続放射である。β-disinteg. の前²¹の起る process (α-disintegration, γ-ray) は ~~放射~~ nucleus による放射であるから、このことは起るし。

また β-disinteg. の decay constant は β-ray の energy に independent であることがわかる。

○ かくして、放射の energy を失う nucleus からの放射の

DEPARTMENT OF PHYSICS
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

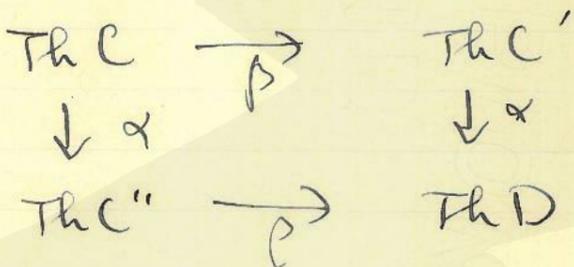
DATE.....

NO.....

係 1, 2, n 2 の核崩壊 2 → 2 部分の 1 と 2 との間の。
 崩壊核の energy の upper limit は 2 と 1 との間。
 energy law は Maxwell's continuous spectrum
 Maxwell's exponential distribution 2" の 2 と 1 との間
 2 と 1 との間。

2 と 1 との間 Mott (Proc. 141, 502, 1933) は energy
 upper limit 2 と 1 との間 energy law を hold する
 2 と 1 との間。

崩壊核の Th-series の 崩壊点 2 と 1 との間



Th C → Th C' → Th D の energy は 2.20 + 8.95 = 11.15

Th C → Th C'' → Th D " " 6.20 + 1.82 = 8.02

2" の崩壊核。 1 と 2 との間 Th C' → Th D の process 2 と 1 との間
 崩壊核の energy は 0.58 ; 2.62 である。 2" の intensity は
 2 と 1 との間 崩壊核の disinteg. 2 と 1 との間。 2" の photon の energy
 2 と 1 との間。

2" の崩壊核 Th C' の 崩壊核の energy は 0.58 ; 2.62 である。 product nucleus
 2" の excited state 2 と 1 との間 崩壊核の energy は 0.58 ; 2.62 である。 2" の intensity は
 2 と 1 との間 崩壊核の disinteg. 2 と 1 との間。 2" の photon の energy
 2 と 1 との間。

$$0.58 + 2.62 = 3.20$$

DEPARTMENT OF PHYSICS
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE.....

NO.....

エネルギー、energy の保存

$$8.02 + 3.20 = 11.22$$

この process における energy の保存 error の範囲内一致している。

(この過程は、 α Ra - Ac. Series における
 連続体放射系から発生)

この energy law を成し立てたことは、 β 崩壊の
 発見。

(ii) 第二の方向として Pauli は、 β 崩壊を
 中性子と電子の質量と等しい
 の particle を β -ray と呼ぶべきである。

この particle は未知の粒子である。これを Neutrino
 と呼ぶ。(この particle の存在は後に確認された
 こと)

この neutrino の energy の一部は β -ray として
 放出される。

この β -decay の際 energy とともに
 angular momentum の conservation を成し立てる

この β -decay の際 energy とともに
 angular momentum の conservation を成し立てる
 この elements of atomic spectra
 の hyperfine structure は nuclear spin と
 関係している。

この atomic weight が even number spin は
 $\frac{h}{2\pi}$ の整数倍、odd number spin は
 $\frac{h}{2\pi}$ の half odd multiple

DEPARTMENT OF PHYSICS
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE.....

NO.....

Q Weisenberg is nucleus is proton & neutron is is of
~~proton & neutron~~ is transition p-ray or emit β ray & etc.
 Fermi is β ray is proton neutron or proton is transition
 \rightarrow is β -ray is \rightarrow is neutrino is of emit & etc.
 Neutron & proton is \rightarrow is particle (heavy
 particle) of is state is β ray & etc. \rightarrow is variable
 of is +1 : neutron
 -1 : proton

is is. is is.
 $P = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$; $Q = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$; proton \rightarrow neutron
 $Q^* = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$; neutron \rightarrow proton
 β -decay is is
 neutron \rightarrow proton is transition is is. U_n is state of
 neutron or U_p is state of proton is is is is is.
 is is process of spontaneous is is is is is is
 \rightarrow is state of energy diff. ΔE is $(m+n)c^2$
 $mc^2 + \mu c^2$ is
 $\Delta E > (m+\mu)c^2$

Q is heavy particle & light particle is is system of
 Hamiltonian is is is

heavy Particle ; $H_1 = \frac{1+p}{2} N + \frac{1-p}{2} P$

DEPARTMENT OF PHYSICS
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE

NO.

① N, P はそれぞれ Neutron, proton の energy operator
 $\rho = 1 : H_1 = N, \rho = -1 : H_1 = P$
 light particle:

$$H_2 = \sum_s H_s N_s + \sum_\sigma K_\sigma M_\sigma$$

H_s : s state of electron の energy operator
 K_σ : σ state of neutrino の energy operator
 N_s, M_σ : Besetzungszahl of electron, neutrino による Pauli's principle による op.

② 軽い粒子と重い粒子の相互作用の場

a_s : s -state of electron の消滅 operator
 b_s : s -state of neutrino の消滅 operator
 a_s^* : s -state of electron の生成 operator
 b_s^* : s -state of neutrino の生成 operator

このとき

$$N_s = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad a_s = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \quad a_s^* = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$a_s^* a_s = N_s \quad \text{etc.}$$

このとき neutron or proton による electron と neutrino の相互作用

$$Q^* a_s^* b_\sigma$$

この種の process による

DEPARTMENT OF PHYSICS
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE.....

NO.....

$Q a_s b_o$

この factor 4 項 2 項 2 項 2 項, 従って, - 項 4

$$H_3 = Q \sum_{s_o} c_{s_o} a_s b_o + Q^* \sum_{s_o} c_{s_o}^* a_s^* b_o^*$$

この 2 項, 12 L $c_{s_o}, c_{s_o}^*$ の量は heavy particle の coordinate, impulse 等 に dependent である。

○ relativity & spin を neglect した H_3 の $\bar{\psi}$ の expression である。

$$H_3 = g \{ Q \psi(x) \phi(x) + Q^* \psi^*(x) \phi^*(x) \}$$

従って $\psi(x), \phi(x); \psi^*(x) \phi^*(x)$ は electron & neutrino の Zustände Feldgröße の schwere Teilchen の Ort (x, y, z) に 対応 している。

g は energy $\times cm^3$ の dimension を 持つ constant. ψ の dimension は $3/2$ である。

(これは light particles の field of nuclear dimension)

これ 4 項 2 項 2 項 2 項, 従って 4 項 2 項 2 項 2 項 electron, ^{neutrino} の eigenfunction は $\psi(x)$ - $\psi^*(x)$ である。

○ relativistic 効果 はない。Dirac の 4 成分 4 成分の fieldgröße は 4 成分 の component である。従って interaction term の 4 成分 4 成分 である。

- 1 項 2 項 2 項 2 項, 2 項 2 項 electron,

DEPARTMENT OF PHYSICS
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE.....

NO.....

とすると得られる,

○ $\sum \sum_{m,n} |c_{mn}|^2 \cong 2$ für erlaubten Übergänge
 である. 各核 element において order of 10^{-5} である.
 Fermi の理論は γ の

強度を 10^{-5} 程度と見做してよい.

→ verbotene Übergänge の場合は 10^{-10} 程度の強度
 である (これは γ の強度と見做してよい)

これは unknown constant g の probable
 value である

が得られる. $g = 4 \cdot 10^{-50} \text{ erg. cm}^3$

→ 核の γ の強度は erlaubte Übergang の
 energy の 10^{-5} 程度の
 intensity である.

○ 以上の如く Fermi の理論は γ の強度を 10^{-5} 程度と
 見做してよい. Fermi の理論は β の n neutron-
 proton の Übergang である β ray の強度と見做して
 の下である. β の強度は 10^{-5} 程度と見做してよい.
 (check)

○ β -ray emission の過程は positron
 の emission の過程である. これは

この operator $Q = a_+ b_+$ である. proton or neutron の

DEPARTMENT OF PHYSICS
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE

NO.

ミサキ(2)
 20512 neutron mass is 1.0067 → 1.0077 の範囲に
 ±320 "X".
 Transition of rate is it is R. (Uhlenbeck and
 Wolfe, Phys. Rev. 46, 227, 1934) neutron mass
 of Chadwick is 1.0067 ± 0.00005 + ±0.05
 is. H¹ of radioactivity or observe it is.
 (it is more or less)
 2 neutron mass is Curie-Joliot is 1.010 u is
 neutron lifetime is 10⁷ seconds

Chadwick Goldhaber の実験 (γ-ray をあて、
 deuteron を作る) neutron mass is 1.0080 ± 0.0005
 1" is. 2 is neutron is unstable is.

$$\tau = 5 \times 10^5 (\Delta - 1)^{-\frac{7}{2}}$$

$$\Delta = \frac{1.0080}{1.0072} = 1.0008 \times \frac{M}{m} = 1.4$$

$$\tau = 5 \times 10^5 (0.4)^{-\frac{7}{2}} = 0.4 \text{ year}$$

H ¹ N	1.0084
H ¹ H	1.0081
	0.0003
	0.55

$$5 \times 10^5 \left(\frac{0.4}{1.0}\right)^{\frac{7}{2}} = \frac{0.4}{0.16} = \frac{0.16}{0.4}$$

$$\frac{5 \times 10^5}{0.6 \times 0.064} = \frac{5 \times 10^5}{0.04} = 10^7$$

60	1.7782
60	1.7782
24	1.3802
365	2.5623
	7.4389
	.5611

DEPARTMENT OF PHYSICS
 OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE.....

NO.....

Fermi's theory of β decay

○ Gamow is β radioactive element nucleus spin is $1/2$ etc. etc.
 1st class is β decay or 1st class is β decay.
 2nd class is β decay or 2nd class is β decay.
 0 2nd class is β decay
 etc. decay's fine structure, β -ray of nucleus data
 re combined. Thorium family of nucleus spin is $1/2$ etc. etc.

○ To Gamow is β decay nucleus stability is V_0 etc. etc.
 negative proton or electron etc. etc. etc. etc.
 etc. etc. etc.
 proton is electron etc. etc. Dirac's etc. etc.
 etc. etc. neg. proton etc. etc. electron etc.
 etc. position etc. etc. symmetry
 etc. etc. introduce etc. etc. etc.
 (Gamow, Phys. Rev. 45, May 15)
 Williams

○ Fermi's theory of β decay etc. etc. etc.
 neutron & proton etc. etc. etc. etc. etc. etc.
 Walecka etc. etc. etc. etc. etc. etc. etc. etc.
 neutron & proton
 etc. etc. interaction etc. etc. etc. etc. etc.
 charged particle or photon etc. etc. etc. etc. etc.
 etc. etc. etc. etc. etc. etc. etc. etc. etc.

DEPARTMENT OF PHYSICS
OSAKA IMPERIAL UNIVERSITY.

DATE.....

NO.....

○ Fermi's theory (Proc. Sept 1, 1934, 146, 453 —)
is the heavy element a neutron n and α particle
Ra: element Z a element Z' isotope Z' . Z'
neutron or absorb n the neutrino ν emit α particle
and β particle. (Fermi's theory, prob. 453...)
(Fermi's neutron capture $n + \alpha$, n neutron ν expelled
and β particle.)
is α particle electron e^- and β particle ν and
 α particle.)

○ Fermi's β -ray continuous spectra of the
is β particle's continuous spectrum.
(1) Position of the β (infinity of diff.)
(2) Position of the β (infinity of diff.)
(3) Self-energy of diff.
(4) Part Particle's collision of the
is β particle's continuous spectrum.